

TUGAS AKHIR

**STUDI EKSPERIMENTAL PERFORMA *ROTARY DRYER IDF*
(*INDUCED DRAFT FAN*) VARIASI TEMPERATUR MASUK
PENGERINGAN DAN *MASS FLOW RATE***



Tugas Akhir Ini Disusun Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana S-1 Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun oleh:

ADI FAISAL NURHASAN

NIM: D200150251

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2019

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir saya dengan judul **“STUDI EKSPERIMENTAL PERFORMA ROTARY DRYER IDF (INDUCED DRAFT FAN) VARIASI TEMPERATUR MASUK PENGERINGAN DAN MASS FLOW RATE”** yang dibuat sebagai syarat memperoleh gelar sarjana S-1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, saya serahkan ini benar-benar hasil karya saya sendiri dan bebas dari plagiat karya orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu/dikutip dalam naskah dan disebutkan pada daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti Tugas Akhir ini plagiat, maka saya bertanggung jawab sepenuhnya dan bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surakarta, 3 Juli 2019

Yang menyatakan

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized 'A' followed by several loops and a horizontal stroke at the end.

Adi Faisal Nurhasan

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul "**Studi Eksperimental Performa *Rotary Dryer Idf* (*Induced Draft Fan*) Variasi Temperatur Masuk Pengeringan dan *Mass Flow Rate***" telah disetujui oleh pembimbing tugas akhir untuk dipertahankan di depan dewan penguji sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana S-1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh

Nama : **ADI FAISAL NURHASAN**
NIM : **D200150251**

Disetujui pada

Hari : **Senin**
Tanggal : **24 Juni 2019**

Dosen Pembimbing
Tugas Akhir



Ir. Sartono Putro, M.T.

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul "**Studi Eksperimental Performa Rotary Dryer Idf (Induced Draft Fan) Variasi Temperatur Masuk Pengeringan dan Mass Flow Rate**" telah dipertahankan di depan dewan penguji sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana S-1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh

Nama : **ADI FAISAL NURHASAN**

NIM : **D200150251**

Disahkan pada

Hari : **Senin**

Tanggal : **15 Juli 2019**

Dewan Penguji :

1. Ketua : **Ir. Sartono Putro, M.T.**

2. Anggota 1 : **Nurmuntaha Agung Nugraha. S.T., M.T.**

3. Anggota 2 : **Ir. Subroto, M.T.**

Mengetahui

Dekan

Fakultas Teknik



(**Ir. Sri Sumardono, M.T., Ph.D**)

Ketua Jurusan

Teknik Mesin

(**Ir. Subroto, M.T.**)



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Jl. A.Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos I Telp (0271) 717417 Pos 57102

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

Berdasarkan surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta Nomor 023/II/2019 Tanggal 13 Februari 2019 dengan ini:

Nama : Ir. Sartono Putro, M.T.

Pangkat/Jabatan : Lektor

Kedudukan : Pembimbing

memberikan Soal Tugas Akhir kepada Mahasiswa:

Nama : Adi Faisal Nurhasan

Nomor Induk : D200150251

Jurusan/Semester : Teknik Mesin / 8

Judul/Topik : STUDI EKSPERIMENTAL PERFORMA ROTARY DRYER IDF (INDUCED DRAFT FAN) VARIASI TEMPERATUR MASUK PENGERINGAN DAN MASS FLOW RATE

Rincian Soal/Tugas : - Desain dan pembuatan

- Pengujian dengan variasi temperatur masuk pengeringan

- Pengujian menggunakan 2 variasi *mass flow rate*

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan dengan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 19 Februari 2019

Pembimbing

Ir. Sartono Putro, M.T.

Keterangan :

Dibuat Rangkap Tiga (3)

1. Untuk Kajur (Koordinator TA)

2. Untuk Pembimbing Tugas Akhir

3. Untuk Mahasiswa

MOTTO

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu namun ia amat baik bagimu dan boleh jadi engkau mencintai sesuatu namun ia amat buruk bagimu, Allah Maha Mengetahui sedangkan kamu tidak mengetahui”
(QS. Al Baqarah : 216)

“Dia yang mencari ilmu pengetahuan, dianggap berjuang di jalan Allah sampai dia kembali”
(H.R. Tirmidzi)

“Kunci kebahagiaan hidup adalah bersabar dan bersyukur”
(Penulis)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Penulis persembahkan Tugas Akhir ini kepada:

- Orang Tua (Bapak Triyono dan Ibu Yatmi)
- Adik-adik tercinta (Islahuddin Fahri H. dan Reza Fairus A.)
- Seluruh dosen Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Seluruh rekan-rekan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

**STUDI EKSPERIMENTAL PERFORMA *ROTARY DRYER* IDF(
INDUCED DRAFT FAN) VARIASI TEMPERATUR MASUK
PENGERINGAN DAN *MASS FLOW RATE***

Adi Faisal Nurhasan, Sartono Putro
Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl.A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasura
E-mail : faisaladi910@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi jumlah temperatur masuk pengeringan terhadap perubahan temperatur pada *rotary dryer* , kalor fluida panas yang diterima singkong, perubahan massa singkong dan efisiensi *thermal* pada *rotary dryer* dengan *mass flow rate* 0.00422 Kg/s dan 0.00481 Kg/s.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan bahan dari singkong dengan alat pengering yang berbentuk silinder atau drum yang berputar secara kontinyu yang dibawahnya diberi sumberpanas yang berasal dari kompor gas, sehingga fluida panas dapat mengalir merata pada permukaan silinder yang menimbulkan pengeringan merata pada produk yang dikeringakan. Alat ini dilengkapi dengan *blower* dan 3 lubang hisap *IDF* (*Induced Draft Fan*) yang digunakan untuk menghisap uap air dari singkong yang dikeringkan dalam tabung.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar temperatur masuk pengeringan maka terjadi peningkatan perubahan temperatur. Pada *mass flow rate* 0.00422 Kg/s, hasil optimal diperoleh pada temperatur masuk pengeringan 690 °C dengan perubahan massa singkong sebesar 0.22 Kg, kalor fluida panas yang diterima singkong sebesar 2468.43 Watt, dan efisiensi *thermal* sebesar 10.54 %. Pada *mass flow rate* 0.00481 Kg/s, hasil optimal diperoleh pada temperatur masuk pengeringan 690 °C dengan perubahan massa singkong sebesar 0.20 Kg, kalor fluida panas yang diterima singkong sebesar 2494.23 Watt, dan efisiensi *thermal* sebesar 9.61 %.

Kata kunci: Singkong, *Rotary Dryer*, *IDF* (*Induced Draft Fan*), Temperatur, *Mass Flow Rate*.

**EKSPERIMENTAL STUDY OF ROTARY DRYER IDF (INDUCED
DRAFT FAN) PERFORMANCE IN VARIATIONS DRYING INLET
TEMPERATURE AND MASS FLOW RATE**

*Adi Faisal Nurhasan, Sartono Putro
Mechanical Engineering University of Muhammadiyah Surakarta
Jl.A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasura
E-mail : faisaladi910@gmail.com*

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of variations in the amount of drying inlet temperature on changes in temperature on the rotary dryer, heat of fluid's heat has received by cassava, changes in cassava mass and thermal efficiency on the rotary dryer with mass flow rate 0.00422 Kg/s and 0.00471 Kg/s.

This research using materials from cassava with a cylindrical dryer or drum that rotates continuously which below it is given a heat source that comes from a gas stove, so that the hot fluid can flow evenly on the surface of the cylinder which results in even drying of the dried product. This tool is equipped with a blower and 3 IDF (Induced Draft Fan) suction holes which are used to suck water steam from dried cassava in a tube.

The results showed that the higher the drying inlet temperature, the higher the temperature changes. At the mass flow rate of 0.00422 Kg / s, the optimum results were obtained at the drying inlet temperature of 690°C with changes in cassava mass of 0.22 Kg, heat of fluid's heat received by cassava was 2468.43 Watts, and thermal efficiency of 10.54%. At the mass flow rate of 0.00481 Kg / s, optimal results were obtained at the drying inlet temperature of 690 °C with changes in cassava mass of 0.20 Kg, heat of fluid's heat received by cassava at 2494.23 Watts, and thermal efficiency of 9.61%.

Keywords: Cassava, Rotary Dryer, IDF (Induced Draft Fan), Temperature, Mass Flow Rate.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahirobbil'alamin, segala puji syukur bagi Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir yang berjudul **“Studi Eksperimental Performa Rotary Dryer Idf (Induced Draft Fan) Variasi Temperatur Masuk Pengeringan dan Mass Flow Rate”**.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini tidak dapat terselesaikan tanpa adanya bantuan, dukungan dan saran dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak dan Ibu atas segala do'a dan dukungan yang telah diberikan.
2. Bapak Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Subroto, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
4. Bapak Ir. Sartono Putro, M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam proses penelitian dan penyusunan laporan tugas akhir.
5. Bapak Ir. Sunardi Wiyono, M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir.
6. Bapak Marwan Effendy, S.T., M.T., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama masa perkuliahan.
7. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan selama masa perkuliahan.
8. Rekan seperjuangan dalam menyelesaikan tugas akhir ini, Shofriyanto Hendra Prasetya, Rouf Muhammad, Yudi Irwansyah dan Joko Nugroho.

9. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung turut membantu dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini mungkin masih memiliki beberapa kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharap adanya kritik dan saran demi perbaikan tugas akhir ini. Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surakarta, 3 Juli 2019

A handwritten signature in blue ink, featuring a stylized 'A' and 'F' with a small number '2' written above the signature.

Adi Faisal Nurhasan

DAFTAR ISI

| | |
|---------------------------------------|-------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR | ii |
| HALAMAN PERSETUJUAN | iii |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | iv |
| LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR..... | v |
| MOTTO..... | vi |
| HALAMAN PERSEMBAHAN..... | vii |
| ABSTRAK | viii |
| <i>ABSTRACT</i> | ix |
| <i>KATA PENGANTAR</i> | x |
| DAFTAR ISI..... | xii |
| DAFTAR GAMBAR | xvi |
| DAFTAR TABEL | xviii |
| DAFTAR RUMUS | xix |
| DAFTAR SIMBOL | xx |
| DAFTAR LAMPIRAN | xxii |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4 Batasan Masalah | 3 |

| | |
|---------------------------------|---|
| 1.5 Manfaat Penelitian | 4 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 5 |

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

| | |
|---|----|
| 2.1 Tinjauan Pustaka | 7 |
| 2.2 Dasar Teori | 8 |
| 2.2.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Pengerigan | 9 |
| 2.2.2 Jenis – jenis Alat Pengering | 9 |
| 2.2.3 <i>Induced Draft Fan (IDF)</i> | 13 |
| 2.2.4 Analisa Perubahan Masa Singkong dan Laju Penguapan Air | 14 |
| 2.2.5 <i>Reynolds Number</i> | 15 |
| 2.2.6 <i>Nusselt Number</i> | 16 |
| 2.2.7 Analisa Nilai Kalor Bahan Bakar | 17 |
| 2.2.8 Perpindahan Panas Secara Konveksi | 19 |
| 2.2.9 <i>Internal Fin</i> | 20 |
| 2.2.10 Efisiensi <i>Thermal</i> | 22 |

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

| | |
|--|----|
| 3.1 Bahan dan Alat Penelitian | 23 |
| 3.1.1 Bahan Penelitian | 23 |
| 3.1.2 Alat Penelitian | 24 |
| 3.2 Diagram Alir Penelitian | 29 |
| 3.3 Rancangan Alat <i>Rotary Dryer</i> | 30 |

| | |
|--|----|
| 3.4 Instalasi Penelitian | 30 |
| 3.5 Prosedur Penelitian..... | 32 |
| 3.5.1 Pengujian Dengan <i>Mass Flow Rate</i> 0.00422 Kg/s... | 32 |
| 3.5.2 Pengujian Dengan <i>Mass Flow Rate</i> 0.00481 Kg/s... | 33 |

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

| | |
|---|----|
| 4.1 Data Dimensi <i>Rotary Dryer</i> | 34 |
| 4.2 Data Hasil Pengujian..... | 35 |
| 4.3 Analisa Perhitungan | 37 |
| 4.3.1 Perhitungan Kadar Air..... | 37 |
| 4.3.2 Perhitungan <i>Reynolds Number</i> | 37 |
| 4.3.3 Perhitungan <i>Nusselt Number</i> | 40 |
| 4.3.4 Perhitungan Nilai Kalor | 40 |
| 4.3.5 Perhitungan Perpindahan Panas Konveksi..... | 42 |
| 4.3.6 Perhitungan Efisiensi <i>Thermal</i> | 44 |
| 4.4 Pembahasan | 47 |
| 4.4.1 Pengaruh Temperatur Masuk Pengeringan Terhadap Perubahan Temperatur Fluida Panas (ΔT_h)..... | 47 |
| 4.4.2 Pengaruh Temperatur Masuk Pengeringan Terhadap Kalor (Q_{conv}) Fluida Panas yang Diterima Singkong | 48 |
| 4.4.3 Pengaruh Temperatur Masuk Pengeringan Terhadap Pengurangan Massa Singkong (Δm_s)..... | 49 |

| | |
|---|----|
| 4.4.4 Pengaruh Temperatur Masuk Pengeringan | |
| Terhadap Efisiensi <i>Thermal</i> (η_T)..... | 50 |

BAB V KESIMPULAN

| | |
|----------------------|----|
| 5.1 Kesimpulan | 52 |
| 5.2 Saran | 53 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 2.1 | Permodelan alat pengering tipe <i>Tray Dryer</i> (rak) | 10 |
| Gambar 2.2 | Alat pengering tipe <i>Infrared Dryer</i> | 11 |
| Gambar 2.3 | Alat pengering tipe <i>Fluidized Bed</i> | 12 |
| Gambar 2.4 | <i>Rotary Dryer</i> | 13 |
| Gambar 2.5 | Diagram aliran fluida dingin dan fluida panas | 17 |
| Gambar 2.6 | Laju panas pada drum <i>Rotary Dryer</i> | 19 |
| Gambar 2.7 | Perpindahan Panas Konveksi | 20 |
| Gambar 2.8 | Macam-macam <i>Internal Logitudinal Fin</i> | 21 |
| Gambar 3.1 | Tabung Gas LPG | 23 |
| Gambar 3.2 | Singkong | 24 |
| Gambar 3.3 | Alat Pengering Singkong Jenis <i>Rotary Dryer</i> | 25 |
| Gambar 3.4 | Blower <i>IDF (Induced Draft Fan)</i> | 25 |
| Gambar 3.5 | Kompas Gas | 26 |
| Gambar 3.6 | <i>Thermocouple</i> dan <i>Thermoreader</i> | 27 |
| Gambar 3.7 | <i>Anemometer</i> | 27 |
| Gambar 3.8 | (a)Timbangan massa gas LPG dan (b)Timbangan Massa Singkong | 28 |
| Gambar 3.9 | <i>Stopwatch</i> | 28 |
| Gambar 3.10 | Diagram Alir Penelitian..... | 29 |
| Gambar 3.11 | Rancangan Alat <i>Rotary Dryer</i> | 30 |
| Gambar 3.12 | Skema Instalasi Penelitian | 30 |

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 3.13 | Skema aliran fluida pada <i>Rotary dryer</i> | 31 |
| Gambar 4.1 | Pengaruh Temperatur Masuk Pengeringan Terhadap Perubahan Temperatur Fluida Panas (ΔT_h) | 47 |
| Gambar 4.2 | Pengaruh Temperatur Masuk Pengeringan Terhadap Kalor (Q_{conv}) Fluida Panas yang Diterima Singkong..... | 48 |
| Gambar 4.3 | Pengaruh Temperatur Masuk Pengeringan Terhadap Pengurangan Massa Singkong (Δm_s) | 49 |
| Gambar 4.4 | Pengaruh Temperatur Masuk Pengeringan Terhadap Efisiensi <i>Thermal</i> (η_T) | 50 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabel 4.1 | Data hasil pengujian dengan mass flow rate 0.00422 Kg/s | 35 |
| Tabel 4.2 | Data hasil pengujian dengan mass flow rate 0.00481 Kg/s | 36 |
| Tabel 4.3 | <i>Thermophysical Properties of Gases at Atmospheric Pressure</i> | 39 |
| Tabel 4.4 | <i>Thermophysical Properties of Saturated Water</i> | 41 |
| Tabel 4.5 | <i>Thermophysical Properties of Gases at Atmospheric Pressure</i> | 43 |
| Tabel 4.6 | Hasil perhitungan data dengan <i>mass flow rate</i> 0.00422 Kg/s | 46 |
| Tabel 4.7 | Hasil perhitungan data dengan <i>mass flow rate</i> 0.00481 Kg/s | 46 |

DAFTAR RUMUS

| | | | |
|-------|------|--|----|
| Rumus | 2.1 | Pengurangan Massa Singkong | 14 |
| Rumus | 2.2 | Laju Massa Uap Air..... | 14 |
| Rumus | 2.3 | <i>Reynolds Number</i> | 15 |
| Rumus | 2.4 | <i>Reynolds Number</i> dalam tabung berputar | 16 |
| Rumus | 2.5 | <i>Nusselt Number</i> | 16 |
| Rumus | 2.6 | <i>Nusselt Number</i> dalam tabung berputar | 16 |
| Rumus | 2.7 | Kesetimbangan Kalor | 17 |
| Rumus | 2.8 | Persamaan Energi | 18 |
| Rumus | 2.9 | Nilai Kalor Bahan Bakar | 18 |
| Rumus | 2.10 | Nilai Kalor Penguapan Air | 18 |
| Rumus | 2.11 | Perpindahan Panas Konveksi | 20 |
| Rumus | 2.12 | Luas Silinder <i>Fin</i> | 21 |
| Rumus | 2.13 | Efisiensi <i>Thermal</i> | 22 |

DAFTAR SIMBOL

Simbol

| | |
|--------------|--|
| Δm_s | = Massa singkong (kg) |
| m_1 | = Massa singkong sebelum pengeringan (Kg) |
| m_2 | = Massa singkong sesudah pengeringan (Kg) |
| \dot{m}_a | = Laju penguapan air (Kg/s) |
| t | = Waktu (s) |
| Re_d | = Angka <i>reynolds</i> |
| Re_w | = Angka <i>reynolds</i> dalam silinder berputar |
| U_m | = Kecepatan aliran fluida (m/s) |
| D | = Diameter silinder (m) |
| ν | = <i>Viscositas</i> kinematik (m^2/s) |
| ω | = Kecepatan putar silinder (rad/s) |
| Nu_d | = Angka <i>nusselt</i> |
| Nu_w | = Angka <i>nusselt</i> pada silinder berputar |
| h | = Koefisien perpindahan panas konveksi ($W/m^2.K$) |
| k | = Konduktifitas <i>thermal</i> ($W/m.K$) |
| \dot{m}_g | = Laju bahan bakar LPG (Kg/s) |
| Q_{bb} | = Nilai kalor bahan bakar (W) |
| HHV | = <i>High Heating Value</i> LPG (J/Kg) |
| Q_v | = Kalor penguapan air (W) |

| | |
|------------|--|
| h_{fg} | = <i>Enthalpy</i> penguapan air (J/Kg) |
| Q_{conv} | = Perpindahan panas konveksi (W) |
| η_T | = Efisiensi <i>thermal</i> (%) |
| A | = Luas silinder <i>fin</i> (m ²) |
| L | = Panjang <i>rotor</i> (m) |
| r | = Jari-jari <i>rotor</i> (m) |
| r_0 | = Jari-jari saluran keluar uap pada <i>rotor</i> (m) |
| r_1 | = Jari-jari luar <i>fin</i> (m) |
| r_2 | = Jari-jari dalam <i>fin</i> (m) |
| T_{hi} | = Temperatur <i>heat</i> masuk alat (K) |
| T_{ho} | = Temperatur <i>heat</i> keluar alat (K) |

Subskrib

| | |
|---|---------------|
| c | = <i>Cool</i> |
| h | = <i>Hot</i> |
| s | = Singkong |
| i | = Input |
| o | = Output |

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel A.4 *Thermophysical Properties of Gases at Atmospheric Pressure*

Lampiran 2. Tabel A.6 *Thermophysical Properties of Saturated Water*

Lampiran 3. Tabel *Lower and Higher Heating Values of Gas, Liquid and Solid Fuels*